



Kerrostalorungon valmistuksen aikatauluvertailu

Yksi-/kaksivuorotyöskentely

Jussi Jokinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2013
Rakennusalan työnjohdon
koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Jokinen, Jussi:
Kerrostalorungon valmistuksen aikatauluvertailu
Yksi-/kaksivuorotyöskentely

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 19 sivua
Joulukuu 2013

Tämä opinnäytetyö käsitteli betonielementeistä sekä paikalla valetuista holveista tehtävän kerrostalon valmistumisaikatauluja. Tarkasteluun otettiin yksi- ja kaksivuoro työskentelyt. Esimerkkikohteeksi oli otettu YIT Rakennus Oy Talonrakennus Tampere ja Pohjanmaan rakentama 17-kerroksinen kerrostalo, joka sijaitsee Tampereella Tampellän alueella. Kerrostaloon valmistuu liiketiloja ensimmäiseen kerrokseen ja opiskelija-asuntoja 14 kerrokseen.

Opinnäytetyön alussa tehtiin materiaalien määrälaskelmat. Näiden perusteella saatiin määriteltä kohteelle työskentelyaikataulut sekä muodostettua tarvittavien resurssien määrät. Apuna aikataulujen ja resurssien määrittämiseen käytettiin Talonrakennus Ry:n Ratu 2013 -aikataulukirjaa.

Aikataulujen luomisen jälkeen voitiin suorittaa savutettujen hyötyjen sekä haittojen vertailu. Molemmissa aikatauluissa otettiin huomioon holvibetonien kuivuminen, jolla oli vaikutusta seuraavan kerroksen elementtivinotukien alapäiden kiinnitysten luotettavuuteen.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin tietoa sekä ajallisista että taloudellisista saavutuksista. Näitä voidaan käyttää vertailutietona tulevien korkeiden kerrostalojen rakentamisaikatauluja suunniteltaessa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

Jokinen, Jussi:

Apartment building frame manufacturing schedule comparison

One / two-shift working

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 19 pages

December 2013

The purpose of this thesis was to compare schedules when constructing an apartment building. Usually work in construction sites is done in one shift. In this thesis it was compared how much time and money would be saved if instead of one shift the frame of the building would be put together in two shifts. The example construction site is a 17-storey building in Tampella Tampere. The apartment building is being built by YIT Rakennus Oy, Tampere and Pohjanmaa.

First the quantity of materials was counted. The quantities of materials, such as concrete and steel, form the base of the schedule. Based on the quantities and schedules the amount of resources can be determined. Talonrakennus Ry Ratu 2013- book was used when creating the schedules.

After creating the schedules the advantages and disadvantages with using one shift and using two shifts were thought out. With both schedules the dehydration of the vault concrete had to be considered because it has an impact on the element installation of the next floor.

The results of this thesis can be used to create schedules for future apartment buildings. Construction with two shifts is a noteworthy option. When the frame is finished in a shorter time, the building is protected from water more quickly.

Key words: schedule for the comparison, one /two-shift work, precast concrete block of flats

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 ELEMENTTIRAKENTAMINEN SUOMESSA	8
2.1 Talonrakentaminen.....	8
2.2 Tulevaisuuden näkymät.....	8
3 KIINTEISTÖ OY TAMPEREEN KESKUSTORNI	10
4 AIKATAULUVERTAILUN TARKOITUS	11
4.1 Rakentamisaikataulu	11
4.2 Rakentamistapa.....	12
5 MÄÄRÄLUETTELO	14
6 TYÖMENEKIT JA RESURSSIT	15
7 RUNKOAIKATAULU	16
7.1 Yksivuorotyöskentely.....	16
7.2 Kaksivuorotyöskentely.....	16
8 RUGON AIKATAULUVERTAILU	18
9 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	20
LÄHTEET.....	21
LIITTEET	22
Liite 1. Määräluettelo	22
Liite 2. Työmenekit ja resurssit.....	29
Liite 3. Aikataulu yksivuoro	37
Liite 4. Aikataulu kaksivuoro	39

LYHENTEET JA TERMIT

CL	Parvekelaattaelementti
CU	Parvekekattoelementti
H	Hormielementti
L	Kerrostasoelementti
RGV	Kantava ulkoseinäelementti graniitti laatoitettu
RV	Ei kantava ulkoseinäelementti
ST	Kantava ulkoseinäelementti tiililaatoitettu
SV	Kantava ulkoseinäelementti
V	Väliseinäelementti
Z	Kuorielementti
ZGV	Kuorielementti
ZT	Kuorielementti
ZV	Kuorielementti
Pvs	Paikallavalu seinä
Pvp	Paikallavalu pilari

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutkittiin betonielementtirunkoisen kerrostalon valmistumisaikataulua. Tutkimuksen kohteena oli ns. normaalin työajan puitteissa tehtävä betonielementtien asennus sekä paikalla valettavien holvien valmistus, verrattuna kaksivuorotyönä tehtävään työskentelyyn.

Nykyisenä toimintamallina on ns. normaali työaika klo 7.00–15.30, jolloin kerrospinta-alaltaan isompien kohteiden aikataulu asettuu kahden viikon kiertoon kerrosta kohden. Tämänlaisissa kohteissa kaksivuorotyönä tehtävissä asennuksissa aikataulusäästöt ovat huomattavia.

Esimerkkikohde on 17-kerroksinen, betonielementeistä ja paikalla valettavista holveista valmistettava kerrostalo. Kohteen asennettavien elementtien määrä sekä paikalla valettavien holvien yhteisvaikutus määrittäisivät kierron pituudeksi kaksi viikkoa kerrosta kohden. Tässä kohteessa kaksivuorotyöskentelyn johdosta aikataulusäästöksi tulisi noin 15 viikkoa. Kolme kuukautta lyhyemmän aikataulun johdosta saavutettavat hyödyt ovat huomattavia. Taloudelliset hyödyt liikkuvat kymmenissä tuhansissa euroissa. Kolme kuukautta lyhyemmällä rungon avoimella ajalla on suorat vaikutukset rakenteiden kuivumiseen ja siten seuraavien työvaiheiden joutuiseen etenemiseen.

Tavoitteena oli laatia aikataulut sekä normaalina työskentelyaikana tehtävästä rungon kasauksesta että kaksivuoroisen työajan saavutuksista. Lopputulokseen lasketaan esimerkkien välinen rungon valmistumisesta saavutettu ajallinen hyöty, josta on helppoa suorittaa vertailu kaluston ja runkotyöhön osallistuvien miestyötuntien säästöihin.

Laskennassa ei huomioida

- kellarikerroksen lattiatasopinnan alapuolisia töitä
- sellaisia lattia- ja pintalaattavaluja, jotka valetaan asennettujen elementtiseiniin väliin ja jotka näin ollen eivät suoranaisesti vaikuta rungon valmistumisen etenemiseen
- poikkeuksellisia sääolosuhteita, kuten ääripäiden lämpötiloja tai runsaita sateita, jotka saattavat pahimmillaan jopa pysäyttää työskentelyn

- torninosturin perustamispaikan kohdalle tulevaa kolmikerroksista osuutta, jonka valmistuminen aloitetaan vasta nosturin siirron jälkeen.

Elementtiasennusta sekä paikalla valettavan holvin työskentelyä tarkasteltaessa huomioidaan elementtiasentamisen ja holvityöskentelyn työturvallisuusseikkoja, kuten esimerkiksi elementtejä tukevien vinotukien luotettava kiinnitys alapäästään holviin. Valun jälkeisenä päivänä elementtien kiinnittämistä holviin tulisi välttää, koska holvin lujuus ei ole vielä riittävä. Tästä syystä valut pyritään ajoittamaan perjantaille, jotta holvilla on viikonloppu aikaa kuivua. Juhlapyhät voivat sekoittaa viikkorytmin, jolloin mahdollisesti joudutaan työskentelemään edellisenä päivänä valetulla holvilla. Tällöin joudutaan käyttämään elementtien alapäiden kiinnitykseen niin sanottuja kanajalkoja. Ennen holvin valua joudutaan pohjaverkkoon kiinnittämään harjateräkset, jotka nousevat valupinnan yli. Näihin teräksiin elementit saadaan kiinnitettyä jo valua seuraavana päivänä.

On otettava myös huomioon elementtien asennusjärjestys, jotta pyritään minimoimaan elementtien nostot valmistuvassa kerroksessa työskentelevien työntekijöiden yläpuolelta. Asennuskierto aloitetaan kauimmaisesta nurkasta kiertämään vastapäivää, jolloin elementtiasennuksen jäljessä tulevat työntekijät ovat koko ajan pois elementtiasennuksen kulkuväylältä.

2 ELEMENTTIRAKENTAMINEN SUOMESSA

2.1 Talonrakentaminen

Betonielementit soveltuvat lähes kaikenlaisten talojen rakennusmateriaaliksi. Niistä voidaan valmistaa omakoti- ja rivitaloja, kerrostaloja, toimistoja sekä liikerakennuksia. Betonielementtejä käyttävät niin ammattilaiset, kuin omakotirakentajat. Betonisilla seinäelementeillä voidaan toteuttaa kestäviä ja edullisia julkisivuratkaisuja. Betoni elementeissä on laaja valikoima pintakäsittelyjen ja värien suhteen, joista suunnittelijat voivat valita sopivimmat. Betoniset väliseinät täyttävät nykyiset palo- ja äänitekniset vaatimukset. Elementtirakentaminen on helppoa ja nopeaa rakentamista ja siksi suosittua ja yleistä. (Elementtisuunnittelu.fi/ historia)

Betonielementtien osuus on runkorakenteista noin kolmannes ja julkisivuista noin 15 %. Runkojärjestelmät ovat vakioituja ja yleisimmät niistä ovat pilari-, palkki- ja laatat järjestelmä sekä kantavat seinät ja laattajärjestelmä. (Elementtisuunnittelu.fi/ historia)

Vuonna 2008 rakennusten rungoista oli betonielementtejä

- asuinkerrostaloissa 74 %
- rivitaloissa 22 %
- toimistorakennuksissa 74 %
- kaikissa toimitilarakennuksissa yhteensä 46 %
- teollisuusrakennuksissa 35 %
- maatalouden rakennuksissa 22 % ja
- varastorakennuksissa 46 %.

(Elementtisuunnittelu.fi/ historia)

2.2 Tulevaisuuden näkymät

Tulevaisuuden näkymissä siintää pyrkimys rakentaa yhä korkeampia taloja. Viitteitä asian tiimoilta on jo selkeästi nähtävillä, kuten esimerkiksi Tampereen alueella Tornihotelli (keskusta) 25 kerrosta ja Matrix (Hervanta) 16 kerrosta. Helsingin alueella korkeita

kerrostaloja ovat Cirus (Vuosaari) 26 kerrosta, Meritorni (Espoo) 22 kerrosta ja Panorama Tower (Espoo) 17 kerrosta. Erityisesti keskusta-alueilla korkeiden talojen rakentaminen on järkevää, koska siten saadaan tontit mahdollisimman tehokkaasti käyttöön.

Korkean kerrostalorungon pystytysvaihe on myös pidempi. Jokainen lisäkerros tarkoittaa noin viikon - kahden lisäystä rungon valmistumiseen sekä vesitiiviiksi saattamiseen. Pitkät rungon valmistumisaikataulut tuovat mukanaan tarpeen aloittaa sisätyöt ennen kuin runko ja vesikatto ovat valmiita. Näiden töiden aloittaminen, ennen kuin rakennus on säältä suojassa, tuo mukanaan lisää haasteita materiaalien kuivana pitämiseen. Sen lisäksi korkeus asettaa vaatimuksia nostokalustolle, mikä näkyy suoraan kaluston vuokrahinnoissa.

3 KIINTEISTÖ OY TAMPEREEN KESKUSTORNI

Kohde on asuin/liikerakennus Tampellan alueella. Ensimmäiseen kerrokseen tulee ravintola- ja toimistotiloja. 2-15 kerroksiin valmistuu opiskelijoille laadukkaita huoneistoja. Kattokerrokseen valmistetaan saunaosasto.

Kohteen esittely:

Kiinteistö Oy Tampereen keskustorni (kuva 1).

Tampellan Esplanadi 11, 33100 Tampere

-Laajuustiedot:

- Kerrosala 9 115 m²
- Kokonaisala 10 293 m²
- Huoneistoala 6 453 m²
- Tilavuus 32 800 m³
- Huoneistoala: asuinhuoneistot 2.–15.krs, yht. 175 kpl 5 636,0 m²
- Liikehuoneistot 1.krs ja katto krs. 817,0 m² yhteensä 6 453,0 m²

Tilaja: TOAS Iidesaukio 1 33101 Tampere.



KUVA 1. Kiinteistö Oy Tampereen keskustorni. (Sokopro projektipankki 2013)

4 AIKATAULUVERTAILUN TARKOITUS

Kiinteistö Oy Tampereen keskustorni edustaa keskustarakentamisen tulevaa suuntausta. Korkeat, yli 10 kerrosta olevat kerrostalot tulevat muokkaamaan Tampereen julkisivua. Korkeat kerrostalot tuovat mukanaan myös uusia haasteita rakentamiseen. Keskustarakentamisen ahtaiden tonttien takia vaaditaan esimerkiksi nosturikalustolta enemmän. Materiaalien varastointialueita on vähän tai ollenkaan ja materiaalit on nostettava mahdollisimman vähillä siirroilla paikoilleen. Materiaalien täsmälliset toimitukset ovat tärkeitä sujuvuuden takia. Työntekijöiden liikkuminen rakennuksessa on myös huomioon otettava seikka, kun mietitään esimerkiksi elementtien asennusjärjestystä.

Kaikista lisähaasteista koituu pääurakoitsijalle lisäkuluja. Yhtenä säästöjen saavuttamiskeinona on rakennuksen rungon valmistus kahdessa vuorossa, jolloin rakentamisen kokonaisaika lyhenisi. Yleinen käytäntö on ollut yhdessä vuorossa työskentely. Yksirappusen elementtikerrostalon yhden kerroksen rungon valmistuminen kestää noin kaksi viikkoa yhdellä vuorolla työskenneltäessä.

Kaksivuorotyöskentely lyhentää rakentamisaikaa huomattavasti ja siitä saatavat säästöt nousevat kymmeniin tuhansiin euroihin. Esimerkkikohteessa kaksivuorotyöskentely lyhentäisi rakentamisaikataulua useita kuukausia.

4.1 Rakentamisaikataulu

Tampereen keskustornin rakentamisaikataulu on noin 23 kuukautta. Rungon valmistamisaikataulun osuus ajasta on noin kymmenen kuukautta. Aikataulu on laskettu yhden vuoron työskentelyllä. Maanrakennustyöt ovat alkaneet vk 24/2013 ja perustusten rakentaminen on alkanut vk 32/2013.



KUVA 2. Kiinteistö Oy Tampereen keskustorni. (Yit 2013)

4.2 Rakentamistapa

Runko valmistetaan betonielementeistä sekä paikalla valettavista holveista (kuva 3). Ensimmäisiin kolmeen kerrokseen tehdään myös paikalla valettavia väliseiniä sekä pilareita.

Paikalla valettavien väliseinien muotteina käytetään suurmuotteja. Pilarien muotteina käytetään valmiita kasettimuotteja. Holveissa käytetään Peri-holvimuottikalustoa. Raudoitukset tehdään kolmessa ensimmäisessä kerroksessa irtoteräksistä, jotka ovat valmiiksi katkaistu määrämittoihin. Palautukset sekä haat oli valmiiksi taivutettuina muotoihinsa. Kolmannesta kerroksesta eteenpäin holveissa käytetään teräsverkkoja. Elementit, porrastasot, portaat, hormit ja parvekelaatat otetaan välivarastoon pihaan ja nostetaan siitä torninosturilla paikoilleen.

5 MÄÄRÄLUETTELO

Määräluettelo on luettelo, johon on kerätty kaikki tiettyyn työvaiheeseen liittyvien materiaalien määrät. Määräluetteloon kerätään kaikki tieto Tampereen keskustornin rungon valmistamiseen tarvittavien materiaalien määristä. Näiden tietojen perusteella voidaan rakentamiskohteelle määrittää kerroskohtainen työaikataulu. Määrät on laskettu rakennekuvista. Kattokerroksen elementtimäärät jouduttiin arvioimaan, koska niistä ei ollut vielä kuvia (ks. Liite 1).

Tampereen keskustornin -1- 2 -kerroksissa materiaalien määrät muodostuvat seuraavista tehtävistä:

- Vss iso - ja Vss pieni -muottityöt sekä raudoitus ja betonivalu
- paikalla valettavien seinien ja pilareiden muottien valmistus, raudoitus sekä betonointi
- betonielementtiasennukset
- holvin laudoitus, raudoitus ja betonointi
- holvien sekä seinien lvis-työt.

Kerroksien 3-15 materiaalien määrät muodostuvat seuraavista

- betonielementtiasennus
- holvin laudoitus, raudoitus sekä betonointi
- holvin lvis-työt.

6 TYÖMENEKIT JA RESURSSIT

Työmenekkien ja resurssien arviointi perustuu Talonrakennusteollisuuden aikataulukirja 2013 antamiin arvoihin. Työaikamenekit ovat T3-aikoja, jolloin ne eivät sisällä tuntia tai sen yli menevää keskeytystä.

Määräluettelosta nähdään työvaiheeseen liittyvien käytettävien materiaalien määrät. Aikataulukirjasta löytyy useimmalle tehtävälle kokonaistyömenekki. Kokonaistyömenekillä kerrotaan tehtäväkohtaiset materiaalmäärät, jolloin saadaan tehtävän kesto työtehotunteina. Nämä tunnit jaetaan kirjan antamien resurssi suosituksen mukaan, jolloin saadaan työntekijän työtunnit kyseiselle tehtävälle. Saatu työtuntien määrä jaetaan kahdeksalla ja lopputuloksena saadaan tehtäväkohtainen työvuorojen määrä.

Aikataulukirjan mukaan riittävä määrä elementtiasennuksessa on kaksi asentajaa sekä kuramies. Holvinkasauksessa on kaksi rakennusammattimiestä sekä yksi apumies. Raudoituksessa on kaksi raudoittajaa. Valussa on yksi rakennusammattimies sekä kaksi apumiestä. Holvilaudoituksen purkuun riittää kaksi apumiestä (ks. Liite 2).

7 RUNKOAIKATAULU

Runkoaikataulu laadittiin aluksi yhdelle työskentelyvuorolle, jolloin kokonaisrakennusajaksi tuli lähes kaksi vuotta. Pitkän aikataulun johdosta alettiin etsiä mahdollisuuksia lyhentää rakentamisaikaa. Tässä vaiheessa pohdintaan tuli kaksivuoroiseen työaikaan siirtymisestä rungon valmistuksen ajaksi. Siitä saatavat aikataululliset hyödyt olisivat huomattavia. Säästöjä syntyisi erityisesti litteraryhmien 8 ja 9 kohdalla. Nämä litterat pitävät sisällään työmaan käyttö- sekä yhteiskustannukset.

7.1 Yksivuorotyöskentely

Työskentelyaika yksivuorotyössä on klo 7.00–15.30, joka sisältää ruokatauon 30 min. sekä kaksi kahvitauko yhteensä 30 min. Yksivuorotyöskentely on yleisin vakiintunut käytäntö rakennusosalalla. Keskustornin rungon valmistumisaika yksivuorotyöskentelynä kestää 46 viikkoa ja 213 työvuoroa. Kyseisessä ajassa on otettu huomioon 17 lomapäivää. Lomat muodostuvat seuraavista päivistä (ks. Liite 3):

- Itsenäisyyspäivä
- viikot 52/2013 ja 1/2014
- Loppiainen
- Pitkäperjantai
- 2. pääsiäispäivä
- Vappu
- Helatorstai
- Juhannusaatto

7.2 Kaksivuorotyöskentely

Kaksivuorotyöskentely on rakennusosalalla erittäin harvinaista. Rakennushankkeet ovat poikkeuksetta suunniteltu tehtäväksi yksivuorotyöskentelynä. Hyödyt tässä kohteessa ovat huomattavat niin rakennusajansuhteen, kuin taloudellisestikin.

Kaksivuorotyöskentely ei vakituksena työskentelymuotona ole tervetullut talonrakennustyötekijöiden keskuudessa. Rakennusosalalla on totuttu työskentelemään yhdessä vuo-

rossa kello 7 ja 15.30 välillä ja moni ei halua joustaa tästä. Haluttomuus voi johtua pelosta, että kaksivuoroisuus ja iltavuorot tulisivat normiksi rakennustyömailla. Rungon valmistukseen sidottuun kaksivuorotyöskentelyyn sen sijaan olisi jonkinlaisia valmiuksia. Kun tiedetään, että kaksivuoroisuus loppuu rungon kasauksen jälkeen, siihen suhtaudutaan vain hetkellisenä poikkeustilana.

Työskentelyaika kaksivuorotyössä ovat seuraava; ensimmäinen vuoro klo 6.00 - 14.30 ja toinen vuoro klo 13.30 - 22.00. Työajat sisältävät ruokatauot 30 minuuttia työvuoroa kohti sekä kahvitauot 30 minuuttia työvuoroa kohti.

Työvuorojen vaihtuessa työskentelevät ensimmäinen ja toinen vuoro samanaikaisesti yhden tunnin verran. Yhteisen työajan aikana ensimmäinen työvuoro informoi jatkavaa vuoroa työpäivän tapahtumista, mahdollisista poikkeamista ja huomiota kiinnitettävistä asioista.

Rungon valmistumisaika kaksivuorotyöskentelynä kestää 27 viikkoa ja 123 työpäivää. Ajassa on otettu huomioon 12 lomapäivää. Lomapäivät muodostuvat seuraavista päivistä (ks. Liite 4):

- Itsenäisyyspäivä
- viikot 52/2013 ja 1/2014
- Loppiainen

8 RUNGON AIKATAULUVERTAILU

Kiinteistö Oy Tampereen keskustornin rungon valmistumisaikataulu yksivuorotyöskentelynä on 46 viikkoa ja 213 työvuoroa. Kaksivuorotyöskentelynä rungon valmistumisaika on 27 viikkoa ja 123 työvuoroa. Eroa näiden kahden työskentelytavan välillä on 19 viikkoa ja 90 työvuoroa. Kaksivuorotyönä toteutettava rungon valmistus on selkeästi nopeampaa, kun yksivuorotyöskentelynä toteutettuna.

Yksivuorotyöskentelyn etuina ovat pienemmät resurssitarpeet, sekä niin sanotun normaalin työajan puitteissa tehtävä työskentelyn vaivattomuus. Normaalintyöajan puitteissa tehtävän rakentamisen vaivattomuus johtuu siitä, että eri rakentajaosapuolet tahoilansa ovat järjestäneet toimintansa palvelemaan tällaista työskentelyä. Esimerkiksi suunnittelijat ja kalustovuokraamot työskentelevät vain tiettyinä kellonaikoina. Häiriötapauksissa korjaavat toimenpiteet on helpompi löytää ja saada käyttöön.

Yksivuorotyöskentelyn etu on myös se, että on vain yksi tietty ryhmä tekemässä asennuksia. Kahdella ryhmällä työskentelyssä ryhmien täytyy tulla toimeen saumattomasti ja sääntöjen täytyy olla samat kaikille. Vaarana on, että eri ryhmien välille tulee kilpailua ja riitoja. Täytyy myös huolehtia, että kaikki tarvittava tieto kulkee eri ryhmien välillä. Eri ryhmien työskentelyssä täytyy miettiä tekeekö toinen ryhmä koko ajan samaa vuoroa vai vaihdellaanko aamu- ja iltavuoroa ryhmien välillä. Myös työnjohdon täytyy toimia saumattomasti yhteen ja tietää mitä toinen työnjohtaja on tehnyt ja mitä on tekemättä, mitä on tilattu ja mitä ei. Vastuunjako on hoidettava huolellisesti.

Kaksivuorotyön etuina on rungon nopeampi pystytys, jolloin saavutettua aikatauluetua voidaan käyttää, joko sisätyövaiheiden lisätyöaikana taikka ne voidaan siirtää suoraan talon valmistumisaikataulun lyhentämiseen. Yleensä rakennuksen nopeaa valmistumista pidetään parempana. Kustannuksissa säästetään, kun esimerkiksi kaluston vuokraajat pienenevät. Toisaalta lisäkustannuksia tulee iltavuorosta, jolloin maksetaan iltalisiä sekä yhdestä samanaikaisesti työskenneltävästä työvuorosta.

Huonoja puolia on kaksinkertainen resurssien tarve lähes jokaisessa työskentely muodossa. Poikkeuksena ovat elementtien pystysaumapumppaukset sekä holvivalut, jotka

voidaan suorittaa yksivuorotyönä kaksivuorotyöskentelyn aikana. Kaksivuorotyöskentely asettaa erityisvaatimuksia aliurakoitsijoillekin, resurssien sekä työjohdon suhteen. Aliurakoitsijoiden täytyy mahdollisesti olla myös valmiina työskentelemään kahdessa vuorossa ja työjohdon täytyy olla tavoitettavissa.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Nyt ja varsinkin tulevaisuudessa rakennustöihin kohdistetaan lisää vaatimuksia rakentamisen laadun, aikataulujen ja etenkin kosteudenhallinnan suhteen. Eristepaksuuksien kasvaessa on yhä tärkeämpää, että rakennusaikana ei rakenteisiin pääse sinne kuulumatonta kosteutta. Eristysmateriaalien kasvaessa rakenteen lämmönsiirtyminen vähenee ja tällöin rakenteen kuivuminen hidastuu. (TTY. FRAME-hanke)

Kaksivuorotyöskentely on yksi varsin varteenotettava vaihtoehto, jolla voitaisiin osaltaan vaikuttaa tulevaisuuden haasteisiin. Kaksivuorotyössä runko tulee kasaan nopeammin ja rakennus saadaan nopeammin vesitiiviiksi. Lyhyempi rungon avoin aika pienentää rakennusmateriaalien kastumisriskiä ja rakennuksesta poistettavan kosteuden määrä vähenee. Rungon ollessa pidempään auki, rakenteisiin ehtii kertyä huomattavasti kosteutta, joka täytyy poistaa ennen kuin pinnoitustyöt voidaan aloittaa. Kun kosteutta on vähemmän, rakenteet ja pinnat tulevat nopeammin pinnoitettaviksi. Esimerkiksi taasoitus- ja maalaustyöt voidaan aloittaa aikaisemmin.

Rakentamisaikatauluun kaksivuorotyöskentelystä saadaan sitä enemmän hyötyä, mitä korkeampi talo on kyseessä. Harkittaessa kaksivuorotyöskentelyä on kustannuksissa otettava huomioon, yhdentunnin mittainen vuorojen yhtäaikainen työskentely sekä iltatyölisät. Rakennusmateriaalien iltatoimituksiin tulee lisäkustannuksia kuljetusten osalta.

Kaksivuorotyöskentelyn taloudellinen kannattavuus on arvioitava jokaisen rakennusprojektin kohdalla erikseen.

LÄHTEET

Elementtisuunnittelu.fi. Luettu 14.10.2013

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>

Tampereen Teknillinen Yliopisto FRAME- hanke. Luettu 13.11.2013

<http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistos-ta/laitokset/rakennustekniikka/tutkimus/rakennetekniikka/rakennusfysiikka/frame/index.htm>

LIITTEET

Liite 1. Määräluettelo

1(7)

Kellarikerros

elementtitunnus	määrä kpl
RGV	8
ZGV	7
ZT	3
ST	1
V	19
L	2
Portaat	2

Paikalla valettavat seinät, pilarit, väestönsuojat ja holvi

Laatu	Muotti m2	raudoitteet kg	Betoni m3
Pvs.	317,5	3232,4	43,5
Pvp.	50,4	1652,4	5,8
Vss. iso	405	5774	92
Vss. pieni	370	4865	78
Holvi	247	48	64,5

(jatkuu)

Kerros 1

2(7)

elementtitunnus	määrä kpl
RV	12
ST	5
CL	2
V	20
L	2
portaot	2

Paikalla valettavat seinät, pilarit ja holvi

Laatu	Muotti m2	raudoitteet kg	Betoni m3
Pvs.	340	3776	41,5
Pvp.	122,5	4518,5	12,6
Holvi	476	12159	128

(jatkuu)

Kerros 2

3(7)

Paikalla valettavat seinät, pilarit ja holvi

Laatu	Muotti m2	raudoitteet kg	Betoni m3
Pvs.	602	6977.5	80
Holvi	476	6550	128

elementtitunnus	määrä kpl
RV	12
ST	5
CL	2
H	7
V	19
L	3
portaati	2

(jatkuu)

Kerros 3

4(7)

elementtitunnus	määrä kpl
RV	12
ST	11
CL	4
H	8
V	36
L	2
portaavat	2

Paikalla valettavat seinät, pilarit ja holvi

Laatu	Muotti m ²	raudoitteet kg	Betoni m ³
Holvi	476	4575	128

(jatkuu)

Kerros 4-14

5(7)

elementtitunnus	määrä kpl
RV	12
ST	11
SV	1
CL	5
CU	2
H	8
V	36
L	2
portaat	2

Paikalla valettavat seinät, pilarit ja holvi

Laatu	Muotti m2	raudoitteet kg	Betoni m3
Holvi	476	4575	128

(jatkuu)

Kerros 15

6(7)

elementtitunnus	määrä kpl
RV	12
ST	11
SV	1
CU	2
H	8
V	36
L	2
portaati	2

Paikalla valettavat seinät, pilarit ja holvi

Laatu	Muotti m2	raudoitteet kg	Betoni m3
Holvi	476	13239	128

(jatkuu)

Kattokerros

7(7)

elementtitunnus	määrä kpl
ST	5
L	4
V	13
H	3
Z	1
ZT	9
ZV	12

Teräsrunko	määrä kpl
Pilarit	9
Palkit	12

Paikalla valuholvi

Laatu	Muotti m2	raudoitteet kg	Betoni m3
Holvi	256	5003	66

Liite 2. Työmenekit ja resurssit

Kellari kerros

1(8)

paikka	selite	mää- rä/yks.	kokonais- työmenekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvu- roina
Vss. iso	seinät	282,5 m2	0,44	124,3	2Ram+Rm	5,18
	holvi	109 m2	0,55	59,95	2Ram+Rm	2,50
	pilarit	13,9 m2	1.17	16,26	2Ram+Rm	0,70
	raudoitus	10718 kg	2500kg/tv		2Raud.	4,29
	valu	92 m3	0,27	24,84	Ram+2Rm	1,03
Vss. pie- ni	seinät	260 m2	0,44	114,4	2Ram+Rm	4,77
	holvi	96,5	0,55	53,08	2Ram+Rm	2,21
	Pilarit	13,8	1,17	16,15	2Ram+Rm	0,67
	raudoitus	9021 kg	2500kg/tv		2Raud	3,61
	valu	64,3 m3	0,27	17,36	Ram+2Rm	0,72
Pvs.	muotit	317m2	0,44	139,48	2Ram + Rm	5,81
	raudoitus	3232,4kg	2200kg/tv		2Raud	1,47
	valu	43,5m3	0,33	14,36	Ram+2Rm	0,60
Pvp.	muotit	50,4m2	1,17	58,97	2Ram+Rm	2,46
	raudoitus	1652,5	1600kg/tv		2Raud	1,03
	valu	5,8m3	0,39	2,26	Ram+2Rm	0,09
holvi	laudoitus	247,5m2	0,36	89,10	2Ram+Rm	3,71
	raudoitus	3878kg	2900kg/tv		2Raud	1,33
	purku puh- distus	247,5m2	0,30	74,25	2Rm	4,64
	valu	64,3m3	0,20	12,86	Ram+2Rm	0,54

(jatkuu)

2(8)

paikka	selite	määrä/yks.	kokonais- työ- menekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvuoroi- na
element- ti asen- nus	L	2kpl	1,2	2,4	2Ram+Rm	0,1
	RGV	8kpl	2,12	16	2Ram+Rm	0,67
	ST	1kpl	2,12	2,12	2Ram+Rm	0,09
	V	19kpl	2,27	43,13	2Ram+Rm	1,80
	ZGV	7kpl	0,48	3,36	2Ram+Rm	0,14
	ZT	3kpl	0,48	1,44	2Ram+Rm	0,06
	portaati	2kpl	2	4	2Ram+Rm	0,17

(jatkuu)

Kerros 1

3(8)

paikka	selite	mää- rä/yks.	kokonais- työ- menekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvuoroi- na
Pvs.	muotit	340m2	0,44	149,60	2Ram+Rm	6,23
	raudoitus	3776kg	2200kg/tv		2Raud	1,71
	valu	41,5m3	0,33	13,70	Ram+2Rm	0,57
Pvp.	muotit	122,3m2	1,17	143,09	2Ram+Rm	5,96
	raudoitus	4518,5	1600kg/tv		2Raud	2,28
	valu	12,6m3	0,39	4,91	Ram+2Rm	0,20
holvi	laudoitus	476m2	0,36	171,36	2Ram+Rm	7,14
	raudoitus	12159kg	2900kg/tv		2Raud	4,19
	valu	128m3	0,20	25,60	Ram+2Rm	1,06
	purku	476m2	0,30	142,80	2Rm	8,93
element- tiasen- nus	CL	2kpl	1,85	3,70	2Ram+Rm	0,15
	RV	12kpl	2,12	25,44	2Ram+Rm	1,06
	ST	5kpl	2,12	10,60	2Ram+Rm	0,44
	V	20kpl	2,27	45,40	2Ram+Rm	1,89
	L	2kpl	1,20	2,40	2Ram+Rm	0,10
	portaati	2kpl	2	4	2Ram+Rm	0,17

(jatkuu)

Kerros 2

4(8)

paikka	selite	mää- rä/yks.	kokonais- työ- menekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvuoroi- na
Pvs.	muotit	602m ²	0,44	264,88	2Ram+Rm	11,04
	raudoitus	6977,5	2200kg/tv		2Raud	3,17
	valu	80m ³	0,33	26,4	Ram+2Rm	1,10
holvi	laudoitus	476m ²	0,36	171,36	2Ram+Rm	7,14
	raudoitus	6550kg	2900kg/tv		2Raud	2,26
	valu	128m ³	0,20	25,60	Ram+2Rm	1,06
	purku	476m ²	0,30	142,80	2Rm	8,93
element- tiasen- nus	CL	2kpl	1,85	3,70	2Ram+Rm	0,15
	H	7kpl	1,50	10,5	2Ram+Rm	0,44
	RV	12kpl	2,12	25,44	2Ram+Rm	1,06
	ST	5kpl	2,12	10,60	2Ram+Rm	0,44
	V	19kpl	2,27	43,13	2Ram+Rm	1,80
	L	3kpl	1,20	3,6	2Ram+Rm	0,15
	portaati	2kpl	2	4	2Ram+Rm	0,17

(jatkuu)

Kerros 3

5(8)

paikka	selite	mää- rä/yks.	kokonais- työmenekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvuoroina
holvi	laudoitus	476m ²	0,36	171,36	2Ram+Rm	7,14
	raudoitus	4575kg	2900kg/tv		2Raud	1,58
	valu	128m ³	0,20	25,60	Ram+2Rm	1,06
	purku	476m ²	0,30	142,80	2Rm	8,93
element- tiasennus	CL	4kpl	1,85	7,4	2Ram+Rm	0,30
	H	8kpl	1,50	12	2Ram+Rm	0,50
	RV	12kpl	2,12	25,44	2Ram+Rm	1,06
	S	1kpl	2,12	2,12	2Ram+Rm	0,09
	ST	11kpl	2,12	10,60	2Ram+Rm	0,44
	V	36kpl	2,27	81,72	2Ram+Rm	3,41
	L	2kpl	1,20	2,4	2Ram+Rm	0,10
	portaati	2kpl	2	4	2Ram+Rm	0,17

(jatkuu)

Kerrokset 4-14

6(8)

paikka	selite	mää- rä/yks.	kokonais- työmenekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvuoroina
holvi	laudoitus	476m ²	0,36	171,36	2Ram+Rm	7,14
	raudoitus	4575kg	2900kg/tv		2Raud	1,58
	valu	128m ³	0,20	25,60	Ram+2Rm	1,06
	purku	476m ²	0,30	142,80	2Rm	8,93
element- tiasennus	CL	5kpl	1,85	9,25	2Ram+Rm	0,39
	CU	2kpl	1,85	3,7	2Ram+Rm	0,15
	H	8kpl	1,50	12	2Ram+Rm	0,50
	RV	12kpl	2,12	25,44	2Ram+Rm	1,06
	ST	11kpl	2,12	10,60	2Ram+Rm	0,44
	SV	1kpl	2,12	2,12	2Ram+Rm	0,09
	V	36kpl	2,27	81,72	2Ram+Rm	3,41
	L	2kpl	1,20	2,4	2Ram+Rm	0,10
	portaati	2kpl	2	4	2Ram+Rm	0,17

(jatkuu)

Kerros 15

7(8)

paikka	selite	mää- rä/yks.	kokonais- työmenekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvuoroina
holvi	laudoitus	476m ²	0,36	171,36	2Ram+Rm	7,14
	raudoitus	13239kg	2900kg/tv		2Raud	4,57
	valu	128m ³	0,20	25,60	Ram+2Rm	1,06
	purku	476m ²	0,30	142,80	2Rm	8,93
element- tiasennus	CU	5kpl	1,85	9,25	2Ram+Rm	0,39
	H	8kpl	1,50	12	2Ram+Rm	0,50
	RV	12kpl	2,12	25,44	2Ram+Rm	1,06
	ST	11kpl	2,12	10,60	2Ram+Rm	0,44
	SV	1kpl	2,12	2,12	2Ram+Rm	0,09
	V	36kpl	2,27	81,72	2Ram+Rm	3,41
	L	2kpl	1,20	2,4	2Ram+Rm	0,10
	portaati	2kpl	2	4	2Ram+Rm	0,17

(jatkuu)

Kattokerros

8(8)

paikka	selite	mää- rä/yks.	kokonais- työmenekki tth/yks	kesto tth	resurssit	työn kesto työvuoroina
holvi	laudoitus	256m ²	0,36	92,16	2Ram+Rm	3,84
	raudoitus	5003kg	2900kg/tv		2Raud	1,73
	valu	66m ³	0,20	13,20	Ram+2Rm	0,55
	purku	256m ²	0,30	76,80	2Rm	4,8
element- tiasennus	H	3kpl	1,50	4,5	2Ram+Rm	1,19
	ST	5kpl	2,12	10,60	2Ram+Rm	0,44
	V	13kpl	2,27	29,51	2Ram+Rm	1,23
	L	4kpl	1,20	4,8	2Ram+Rm	0,2
	Z	1kpl	0,6	0,6	2Ram+Rm	0,02
	ZT	9kpl	0,6	5,4	2Ram+Rm	0,23
	ZV	12kpl	0,6	7,2	2Ram+Rm	0,3
teräsosat	pilarit 300Ø	9kpl	2,27	20,43	2Ram+Rm	0,85
	palkit	12kpl	1,34	16,08	2Ram+Rm	0,67

Liite 3. Aikataulu yksivuoro

1(2)

TAMK		Yksivuoroaikataulu																									
Hierarkia	Selite	2013												2014													
		Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Tam	Hei	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo												
1	Kellari																										
+2	Vss 1		2																								
+3	Vss 2		3																								
+4	PV seinät		4																								
+5	Pv pilarit		5																								
+6	Elementtiasennus		6																								
+7	Holvi		7																								
8	Kerros 1																										
+9	Pv. seinät puolet			8																							
+10	Pv.seinät loput			10																							
+11	PV. pilarit			11																							
+12	Elementtiasennus			12																							
+13	Holvi			13																							
14	Kerros 2																										
+15	Pv. seinät puolet				15																						
+16	Pv. seinät loput				16																						
+17	Elementtiasennus				17																						
+18	Holvi				18																						
19	Kerros 3																										
+20	Elementtiasennus					20																					
+21	Holvi					21																					
22	Kerros 4																										
+23	Elementtiasennus						23																				
+24	Holvit						24																				
25	Kerros 5																										
+26	Elementtiasennus							26																			
+27	Holvit							27																			
28	Kerros 6																										
+29	Elementtiasennus								29																		
+30	Holvit								30																		
31	Kerros 7																										
+32	Elementtiasennus									32																	
+33	Holvit									33																	
34	Kerros 8																										
+35	Elementtiasennus										35																
+36	Holvit										36																
		Jussi Jokinen																									
		Sivu: 1/2																									
PlaNet + 6.4		YIT Oyj																									

(jatkuu)

Liite 4. Aikataulu kaksivuoro

1(2)

TAMK		Kaksivuoroaikataulu											
Hierarkia	Selite	2013						2014					
		Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Tam	Hel	Maa			
1	Kellari												
+2	Vss 1		2										
+3	Vss 2		3										
+4	PV seinät		4										
+5	Pv pilarit		5										
+6	Elementtiasennus			6									
+7	Holvi			7									
8	Kerros 1												
+9	Pv. seinät puolet			9									
+10	Pv.seinät loput			10									
+11	PV. pilarit			11									
+12	Elementtiasennus			12									
+13	Holvi			13									
14	Kerros 2												
+15	Pv. seinät puolet				15								
+16	Pv. seinät loput				16								
+17	Elementtiasennus				17								
+18	Holvi				18								
19	Kerros 3												
+20	Elementtiasennus				20								
+21	Holvi				21								
22	Kerros 4												
+23	Elementtiasennus				23								
+24	Holvit				24								
25	Kerros 5												
+26	Elementtiasennus				26								
+27	Holvit				27								
28	Kerros 6												
+29	Elementtiasennus				29								
+30	Holvit				30								
31	Kerros 7												
+32	Elementtiasennus				32								
+33	Holvit				33								
34	Kerros 8												
+35	Elementtiasennus				35								
+36	Holvit				36								
Jussi Jokinen												Sivu: 1/2	
PlaNet + 6.4												YIT Oyj	

(jatkuu)

